

近畿大学 原研 NEWS

Kinki University Atomic Energy Research Institute

第9号 2010.10

「医療と原子力・放射線」

近畿大学高度先端総合医療センター・PET診断部門・教授
近畿大学原子力研究所・教授(兼任)

細野 眞

原子力・放射線関連の技術革新が目覚ましいものであることは周知の通りですが、その恩恵に大きく浴している分野のひとつが放射線医学・放射線医療です。陽電子断層撮影(PET)はこの5年ほどの間に急速に普及してもはや癌診療には欠かせない診断手法となりました。特にPETとX線CTを組み合わせたPET/CTは代謝と形態を重ね合わせた融合画像を提供して、放射線診断に新境地をもたらし、近畿大学附属病院においても、日々多数のPET/CT検査が施行され癌診療に貢献しています。また放射性核種を用いた新世代の内部放射線療法剤である、悪性リンパ腫治療薬イットリウム-90ゼヴァリンや骨転移疼痛緩和薬ストロンチウム-89がこの3年ほどの間に登場し、近畿大学が国内で推進役を果たしています。さらに外部放射線治療においては、IMRT(強度変調放射線治療)、IGRT(画像ガイド下放射線治療)などの高精度放射線治療が急速に発展し治療成績の向上に大きく寄与している中で、近畿大学がそのリーダーとなっており、放射線を使った診断から治療が有機的に実施されていると言えます。高度な原子力・放射線の医療への応用には関連分野の専門家が集積していることが条件となりますが、原子力、放射線、医学、薬学などの専門家が互いに協調している近畿大学は理想的な環境にあります。初代総長世耕弘一先生が原子炉を設置された理念が、ここにまた結実しており、専門的な学問成果を社会に還元して地域の皆様に健康上の利益をもたらしていると言えると思います。今後も有望な医療放射線の新機軸が目前に数多くありますので、その実用化に向けて近畿大学がリーダーシップを取れるよう微力を尽くしたいと考えております。

安倍晋三 元首相 原子力研究所を訪問

平成22年9月26日に開催されたオープンキャンパスの際に、本学法学部開設60周年イベントの記念講演のため、元内閣総理大臣・安倍晋三氏が東大阪キャンパスを訪れました。講演終了後、同じキャンパスに私学唯一の研究用原子炉があることを耳にされた同氏は、興味を示され、本学副理事長でもある世耕弘成参議院議員と共に原子力研究所を視察されました。突然の御訪問であり、所長をはじめ所員一同おおいに慌てましたが、これをまたとない機会であるにとらえ、近大炉が日本の原子力人材育成のための貴重な施設として頑張っていることを御説明申し上げました。(2ページにも関連写真を掲載しています。)



目 次

- | | |
|-------------------------|------------------------|
| ◉ 医療と原子力・放射線
...1ページ | ◉ 原研Twitter
...5ページ |
| ◉ 安倍元首相来所...1、2ページ | ◉ お知らせ |
| ◉ 研究紹介 ...2~4ページ | 行事報告等 ...6ページ |



【上段左】原子力研究所・管理棟玄関にて所員一同と記念撮影



【上段右】原子炉炉頂にて



【下段左】「エネルギー研究会」の学生さんも記念撮影をしました。



【下段右】原子炉コンソール前で、伊藤所長の説明をうける安倍氏

研 究 紹 介

医療用加速器における漏洩中性子線の視覚化

徳島大学 RIセンター

平成22年度 近畿大学原子炉等利用共同研究者

佐瀬 卓也

今年度より「医療用加速器からの漏洩中性子検出を目的とした中性子イメージング法の開発」というテーマで近畿大学原子炉研究所を利用させて頂く事になりました徳島大学RIセンターの佐瀬です。慣れない点、至らない点等々有るかと思いますが、どうぞよろしくお願い申し上げます。この度、研究紹介の機会を頂きましたので、自己紹介を兼ねまして現在の研究テーマの概略を紹介させて頂きます。

1. 緒言

近年、がん診断に用いられるPET薬剤の製造を目的とした自己遮蔽型小型加速器(サイクロトロン)が、医療分野に普及されつつある。これらの加速器は陽子入射エネルギーが10MeV～15MeV程度の小規模、かつ自己遮蔽能も持つことから、加速器外部への放射線漏洩が少ないと認識されているが、加速器内部の構造および位置に依存する放射線漏洩の存在が一部報告されている。一般的に加速器の運用、維持においては、測定、遮蔽を中心とした厳密な安全管理が必要であるが、医療の場というある意味特殊な条件(放射線技師や医師、薬剤合成オペレーター等の医療従事者によって加速器が運転、管理されている。)においては、簡便性と明快さを持ち合わせた測定手法および安全管理手法も求められている。本研究の目的は、自己遮蔽型PETサイクロトロンの恒常的かつ簡便な放射線管理測定手法の一環として、ターゲット近傍で発生した中性子線が自己遮蔽体によって正しく遮蔽されているかを中性子放射化イメージングによって明らかにすることである。

2. 材料および方法

測定対象は自己遮蔽型PETサイクロトロン(サイプリスHM-12:住友重機製)である。 ^{18}F 製造専用機として用いられており、月間平均稼働日数20日、1日平均運転時間は約50分、陽子入射エネルギーは12MeV、平均電流は $36\mu\text{A}$ である。漏洩中性子測定は H_2^{18}O 水ターゲットを使用した場合において、2種類の圧延金板:リボン状金板(Au、厚さ $40\mu\text{m}\pm 5\mu\text{m}$ 、長さ40cm)、大面積金板(10cm×20cm、厚さ $40\mu\text{m}\pm 5\mu\text{m}$)によって行った。リボン状金板は、サイクロトロンのターゲット付近から外壁方向に長辺方向で自己遮蔽内壁に、また大面積金箔

は特定の4点に照射時間45分間設置した。3時間後に金板を回収、イメージングプレートに密着させ5分または1時間照射し、イメージングアナライザー(富士フィルム製:BAS1500)を用いて測定した。

3. 結果および考察

図1は配置したリボン状金板をイメージングプレートに照射して得られた自己遮蔽体の中性子遮蔽効果の分布図である。左側をリボン状金板のターゲット側、右側をシェル外壁側とし、ターゲットに一番近い場所の値を100%として相対値を表示した。遮蔽の主材料であるポリエチレン、鉛、鉄、および重コンクリートの中性子遮蔽効果が、放射化の強度分布として連続的に画像化された。(大面積金板による測定結果は、紙面の都合上、割愛)

4. 結論

自己遮蔽型PETサイクロトロンの漏洩中性子線をリボン状金板および大面積金板を用いて測定し、画像化によって定性的に評価した。遮蔽材ごとの中性子の遮蔽効果が視覚的に測定可能であった。大面積金板の測定によって、ターゲット近傍からシェルの外壁までに20万分の1までの中性子の遮蔽が確認された。

5. 今後の課題

医療用加速器からの漏洩中性子を二次元分布によって定性的に捕える事に成功したが、今後は他の検出媒体による中性子束密度測定、熱・熱外中性子比測定、線量測定等を組み合わせ、本法により定量性を持たせる工夫を行う予定である。

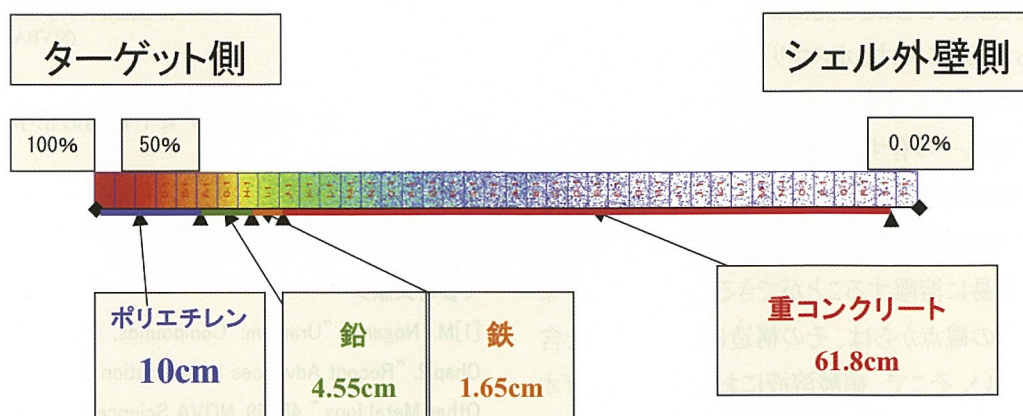


図1: 自己遮蔽体の中性子遮蔽効果

測定素子:リボン状金板(Au、厚さ $40\mu\text{m}\pm 5\mu\text{m}$ 、長さ40cm)、イメージングプレートへの照射時間:1時間。左側をリボン状金板のターゲット側、右側をシェル外壁側として表示。ターゲットに一番近い場所の値を100%として、相対値を表示。遮蔽の主材料であるポリエチレン、鉛、鉄、および重コンクリートの中性子遮蔽効果が、放射化の強度分布として連続的に画像化された。

ウラニルイオン選択性モノアミド樹脂の開発

電気電子工学科 准教授 野上 雅伸（平成22年度着任）

筆者はこれまで、原子力の燃料として欠かすことのできないウランを選択的に吸着し、他の金属から分離する樹脂の開発を行ってきた。本稿ではその開発状況について述べる。

水溶液中で最も安定なウランの価数はVI価(U(VI)(UO_2^{2+} , ウラニルイオン))であり、U(VI)に選択性を有する分離法は、原子力の分野で非常に有用である。大規模な処理には溶媒抽出法が優れており、これまで世界中で様々な抽出剤が開発されてきた。一方、中～小規模での処理や、水溶液中のウラン濃度を可能な限り下げたい場合は、樹脂をカラムに充填して固液分離を行うクロマトグラフィーの方が有利であると考えられる。今後ますます増大するであろうウラン廃棄物の処理・処分の必要性も考慮すると、ウラニルイオン選択性樹脂開発の必要性は非常に高いと予想している。実際これまでに、アミドキシム樹脂、タンニン、ホスホノ基を有する樹脂等、U(VI)に選択性を有する数多くの樹脂が開発されてきた。これらの樹脂は、ほぼ全てが中性領域でU(VI)に対し最大の吸着挙動を示し、酸性溶液からは殆ど吸着しない。これは、これらの樹脂の吸着サイトが解離性のプロトンを有するためである。しかし、水溶液系では多くの場合、U(VI)は硝酸溶液中で処理される。

一方、溶媒抽出法に基づいた再処理法であるPUREX法で使用するリン酸-n-トリブチル(TBP)や、近年開発が進んでいるモノアミドといった抽出剤は、溶媒抽出系で硝酸溶液からIV価及びVI価のアクチノイドを選択的に抽出することが知られている。更に我々は、N-シクロヘキシル-2-ピロリドン(NCP)のようないくつかの水溶性モノアミドが1~7 mol/dm³硝酸中から選択的にU(VI)を沈殿させることを見出している。

以上のことから、TBPにおけるホスホリル基(P=O)やモノアミドにおけるカルボニル基(C=O)のように、吸着サイトとして非解離性の酸素原子を唯一つ有するような樹脂は、硝酸溶液中でU(VI)に対する選択性を有することが期待され、このような樹脂を用いれば、U(VI)を比較的高濃度の硝酸溶液から吸着させた後、希硝酸で容易に溶離することができると予想される。また、廃樹脂の処理の観点からは、その構造にリンや硫黄を含まないことが望ましい。そこで、硝酸溶液におけるウラニルイオン選択性樹脂の開発を目的として、モノアミドを吸着サイトに有する樹脂を複数合成し、それらの樹脂の硝酸溶液からのU(VI)や他の金属イオンに対する吸着挙動について検討した。合成したモノアミド樹脂の吸着サイトの化学構造を図1に示す。用い

たモノアミドは、全てビニル基を有する市販の化合物である。架橋剤としてジビニルベンゼン(DVB、純度80%)を用いた。樹脂は、多孔性シリカ担体上でモノアミドとDVBを共重合させ、担体をコーティングするように合成している。吸着試験の結果、モノアミドの吸着サイトの化学構造の違いによりU(VI)、U(IV)(Puの模擬)、及び核分裂生成物元素(FP)イオンの吸着挙動が大きく異なることが見出され、これらの樹脂の中で最もU(VI)選択性を有する樹脂はDMAAであることが明らかとなった。まだ吸着データを未取得のFPイオンも多数残っており、今後データの蓄積を通じて樹脂構造の最適化を図る予定である。本稿の詳細に関しては、筆者の近著[1-3]を参照されたい。

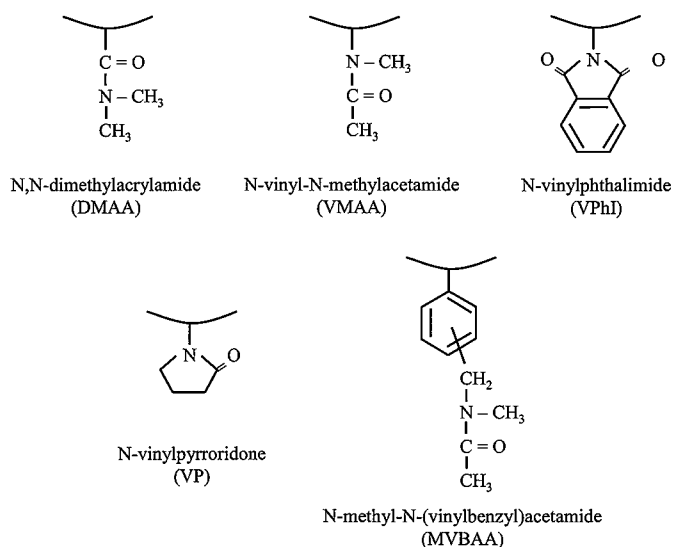


図1 各種モノアミド樹脂の化学構造

<参考文献>

- [1] M. Nogami, "Uranium: Compounds, Isotopes and Applications," Chap.2, "Recent Advances in Separation Techniques of Uranium from Other Metal Ions," 45-69, NOVA Science Publishers (2009)
- [2] M. Nogami, et al., J. Radioanal. Nucl. Chem., 283, No.1, 177-180 (2010)
- [3] M. Nogami, et al., J. Radioanal. Nucl. Chem., 283, No.2, 541-546 (2010)

手軽になりつつある放射線計測

原子力研究所 講師 芳原新也

近年、様々な状況から放射線計測が身近に、手軽になってきています。自分は放射線計測を始めて10年ちょっとの若輩者ですが、ここ数年だけでも放射線計測が非常に手軽に行なえるようになって来ていると感じます。何故そんなに手軽になっているのかというと、やはりコンピューターと様々な電子デバイスの高機能・低価格化が大きく貢献しています。

今から10年ほど前、ちょうど自分が大学で研究室に入り放射線計測を始めた頃ですが、15万円ほどのデスクトップPCの性能はCPUクロックで600MHz程度、搭載メモリも64MBが主流という時代でした。HDDの容量も一桁GB、外部通信も9pinまたは25pinのシリアルポートか、PCIバスにSCSIカードを挿す必要があり、モニタも非常に重たいCRTばかりでした。当時、PCを仕事以外で本格的に使用していたのは、研究者かオタクに近い人だけで(iMac G3やe-oneをオブジェとして家に飾っていた人は結構居ましたが)、PCと連動して動作する外部機器を個人で作ろうとすると基板設計・部品購入・連動用アプリケーション開発などかなり多大な労力が必要でした。電子式の放射線計測機器で様々な測定を行ったり、取得したデータを処理したりするにはPCが必要となりますが、放射線のデータを収集するためのシステムはそう簡単に構築出来るものではありませんでした。

ところが、それから10年近く経過した2010年現在では、10万円程度のノートパソコンですらCPUはクアッドコアで2GHz以上、メモリも4GB程度搭載するものが主流となり、HDDも500GB～2TBのものが安価に入手できるようになってきています。PCに繋げる機器の開発も格段に簡単になってきており、プログラマブルデバイスであるFPGAやFPAA等もかなり安価に入手出来ます。特にFPGAを簡単に弄ることの出来る商品が数千円から数万円で販売されており、プログラミング開発環

境の進歩も相まって、PCと連動してそれなりに動作するシステムを、個人が趣味でお小遣いの範囲内で簡単に組むことが出来る時代になってきました。

それなりの性能を持ったPC連動機器を、個人がお小遣いレベルの出費で簡単に組めるようになったのは、放射線計測をしたい者にとってはかなり有難いことです。というのも、放射線をそれなりに計測しようと思ったら様々な機器を入手しなければならないのですが、需給バランスのせい、これらの機器は非常に高価です。特に、データ収集デバイス(MCA等)は単体で30～50万円程度以上しており、かと言ってこれまでは手軽に自作するわけにもいかなかったのです。ところが、PCやFPGAボード等の高機能・低価格化のおかげで、個人でもMCA等を手軽に構築することが十分に可能になったのです。これは非常に喜ばしいことで、うまくすれば高校生でさえ小規模な放射線データ収集系を自作出来てしまうわけです。

最近、ペットボトルを溶かして固めた物でも放射線のエネルギースペクトルを得ることが出来たとの報告もあり、様々な面から放射線計測の敷居が低くなりつつあると感じています。検出ヘッドから計測システムまで一通り揃えて放射線計測すること自体は、完全に手軽になったと言えるところまでは来ていませんが、今後この流れはどんどん進んでいくことでしょう。

放射線計測のフルシステムがちょっとした労力と少しのお金で揃うようになれば、日曜放射線計測家もそのうち出てくるのでは無いでしょうか。東京の秋葉原や大阪の日本橋を歩いている最中に「環境γを見るとカリウムの1.4MeVが多いよねー」「うちのは結晶小さいからタリウムの2.6MeVが綺麗に立ち上がらなくてさあ…」といった立ち話を頻繁に耳にする日も、そう遠くない未来なのかもしれません。

第13回「なるほど原子力展」のお知らせ

【特別企画 坂本龍馬と灯り】

原子炉運転見学会
&
原子炉施設見学会

放射線を知る・見る・はかる

最先端医療(診断・治療)
の話と健康相談

若狭物産展

暮らしの中での環境問題への取り組み

場所

近畿大学原子力研究所

日時

平成22年11月2日(火)/11月3日(水・祝) 10:00~17:00

入場
無料

ヨウ素125シード線源探索フロアモニター Catch-I

Catch-I



近畿大学原子力研究所は、近畿大学医学部、(株)千代田テクノロ、日本放射線エンジニアリング(株)、(株)ア・アトムテクノロ近大と共同で、前立腺がん治療用ヨウ素125シード線源探索フロアモニターを開発しており、試作器として「Catch-I(キャッチ・アイ)」を作成しました。

★研究所行事報告

◎研修会等実施実績

【原子炉実験・研修会】

1日コース

2009年10月17日 2009年10月26日
2009年11月14日 2009年12月5日
2009年12月10日 2010年1月28日
2010年1月29日 2010年8月4日
2010年9月2日 2010年9月3日
2010年9月4日

2日コース

2010年6月26日~6月27日
2010年7月22日~7月23日
2010年7月26日~7月27日
2010年7月28日~7月29日
2010年7月30日~7月31日
2010年8月2日~8月3日
2010年8月5日~8月6日

3日コース

2010年4月14日~4月16日

【文部科学省関連研修会・講習会】

2009年9月19日~9月20日 教員免許更新講習
2009年10月4日 教員免許更新講習
2009年10月11日~10月12日 教員免許更新講習
2009年11月30日、2010年1月25日 国際原子力セミナー
2010年3月10日~3月12日 第2種放射線取扱主任者講習会
2010年3月16日~3月18日 第2種放射線取扱主任者講習会
2010年7月23日~7月25日 教育職員セミナー(応用コース)
2010年8月23日~8月24日 教育職員セミナー(応用コース)

卒業生の近況報告

1996年度卒業 松本 敦 (株式会社コーガイソトープ)

原子炉工学科卒業後、株式会社コーガイソトープ本社工場にて、品質管理業務の傍ら放射線取扱主任者として、放射線管理業務を行っています。当事業所は貯蔵能力148PBqと222PBqの2機の照射施設を有し、コバルト60線源を利用した医療機器の滅菌や高分子材料の改質を受託しています。個人的には、品質・環境マネジメントシステムの事務局としての業務が中心となっています。また、今年度よりISO/TC198 WG2(医療機器の放射線滅菌に関する技術委員会)委員及び放射線主任者部会近畿支部委員として、お手伝いさせて頂くこととなりました。今後も放射線産業発展、放射線取扱主任者の社会貢献及び地位向上を目指して、努力する所存です。



2005年度卒業 上田智美 (株式会社千代田テクノロ)



生命科学科を第1期生で卒業後、株式会社千代田テクノロに入社し、大阪営業所に配属になり、現在は、放射線等に関わる大学・病院・研究施設等で営業をしています。
千代田テクノロは、医療機器、放射線管理、個人被ばく線量測定サービスや保守サービスなどを放射線分野で幅広く提供している会社です。その中で営業をしていると、大学で学んだ事以上の難しいことや、知らなかった事を知る事ができました。これからは、会社の顔としてたくさんの方に頼られる、カッコいい営業ウーマンになっていきたいと思っています。

◎今後の研修会予定

【原子炉実験・研修会】

1日コース

2010年10月5日 2010年11月13日
2010年12月7日 2010年12月8日
2010年12月9日 2010年12月15日

【文部科学省関連研修会・講習会】

2010年11月22日 国際原子力セミナー
2010年12月15日~12月17日 第2種放射線取扱主任者講習会
2011年1月17日 国際原子力セミナー
2011年3月15日~3月17日 第2種放射線取扱主任者講習会

管理室だより

☆ 平成22年度施設利用登録者 43 件 教職員 43 名
(外部派遣等含む) 学 生 81 名
その他 6 名

☆ 平成22年度近畿大学原子炉利用共同研究登録者 24件 67名

参加大学：名古屋大学、大阪府立大学、摂南大学、神戸大学、大阪大学
2件、九州大学、広島大学 2件、福井工業高等専門学校、大阪産業大学、
東京大学、核融合科学研究所、徳島大学、兵庫教育大学、新潟大学、東
海大学 2件、福井大学、鳴門教育大学、大阪信愛学院短期大学、岡山
大学、産業医科大学、東京工業大学

☆ 原子炉施設等見学者数

平成21年度 2,106 名
平成22年度(平成22年4月~平成22年8月) 779 名

☆ 原子炉運転実績

昭和36年度~平成21年度 累積運転時間 : 28,756 hr
累積熱出力量 : 16,970 W・hr

平成21年度 運転時間 : 589 hr (352 hr)
熱出力量 : 300 W・hr (231 W・hr)
利用日数 : 138 日 (66 日)

平成22年度(平成22年8月末現在)

運転時間 : 228 hr (145 hr)
熱出力量 : 133 W・hr (108 W・hr)
利用日数 : 55 日 (29 日)

☆ 検査等

() 内は共同研究利用状況
平成21年度第3四半期保安検査 平成21年11月10日~11日
定期検査・定期確認(トレーサ・加速器棟) 平成21年12月9日
平成21年度第4四半期保安検査 平成22年2月18日~19日
原子炉施設定期検査 平成22年3月3日~5日
平成22年度第1四半期保安検査 平成22年6月17日~18日
平成22年度第2四半期保安検査 平成22年9月28日~29日

発行所 近畿大学原子力研究所

〒577-8502 東大阪市小若江3-4-1 TEL 06-6721-2332

Homepage <http://kuaeri.ned.kindai.ac.jp/>

発行日：2010年10月22日 発行責任者：伊藤 哲夫



近畿大学
KINKI UNIVERSITY